4. Beiträge zur Basalt-Verwitterung.

Von Herrn Ernst Laufer in Berlin.

Bei Gelegenheit einer Reise, welche ich nach Thüringen unternahm, hatte Herr Professor Beyrich die Freundlichkeit, mich auf ein eigenthümlich verwitterndes Basaltgestein in der Nähe von Salzungen aufmerksam zu machen. Den angegebenen Fundpunkt suchte ich auf und entnahm daselbst das zu folgenden Untersuchungen angewandte Material. Als vergleichbares Gestein, bezüglich mehr häufiger und gewöhnlicher Art des Verwitterungsganges, wurde der Basalt der Stoffels- oder Stopfelskuppe bei Eisenach ins Auge gefasst. Auch von diesem Punkte nahm ich Gesteinsproben. Dabei lag es nahe, auch den Basalt der nicht weit entfernt liegenden Pflasterkaute bei der Untersuchung zu berücksichtigen. Während an erstgenannten Punkten die Gesteine in zugänglichen Gruben noch gewonnen werden, hat man die Arbeiten in der Pflasterkaute eingestellt, und erlaubte die in die Tiefe gegangene Ausbeutung des sehr geschätzten Pflastersteines nicht, auch dort das nöthige Material zu erlangen.

Die Basalte der Umgegend von Eisenach sind schon des Oefteren Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Bereits in Vogt's Kleinen mineral. Schriften 1799 sind sie berücksichtigt. Sartorius und Görwitz beschrieben dieselben 1802, und hat diese kleine Arbeit jedenfalls für die Geschichte des Streites der Plutonisten und Neptunisten grosses Interesse. Leonhard giebt in seinen „Basaltgebilden" an, dass wohl beide Basalte, der der Stoffelskuppe und der der Pflasterkaute gleich wären, da sie nur durch ein kleines Thal getrennt werden. Dies ist nun bereits durch Zirkel*) berichtigt dahin, dass das erstgenannte Gestein ein Leucitbasalt, das andere Nephelinbasalt ist. Und eben dieser Umstand, in Bezug darauf, dass das hier betrachtete Gestein des Hundskopfes bei Salzungen sich als ein Feldspathbasalt erwies, lässt mich bedauern, dass die Probe-Entnahme bei der Pflasterkaute nicht

*) Zirkel, Basaltgesteine pag. 160 u. 166.

wünschenswerth gelang, da mit folgender Arbeit dann versucht wäre, die verschiedenen Typen der Basalte hinsichtlich ihrer Verwitterung zu studiren und zu vergleichen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung hatte Herr Dr. Francke in Rochlitz die Güte, mich zu unterstützen.

Der Basalt des Hundskopfes bei Salzungen.

Wandert man von Salzungen etwa eine Stunde in westlicher Richtung die Strasse, so erreicht man das Dörfchen Leimbach und gelangt von hier aus, den Weg nach Süden einschlagend, nach dem Fundpunkte des hier untersuchten Gesteins. Aus fruchtbaren Feldern ragt eine kleine kuppenförmige Erhebung etwas hervor, der man vielleicht aus triftigen Gründen den Namen „Hundskopf“ oder „Hundskuppe“ gegeben hat, denn augenscheinlich ist dieselbe nur von hungrigen Gräsern bedeckt. Hat man vorher die des weiteren beschriebene Stoffelskuppe besucht und gerade dort den so grellen Unterschied der Vegetation beobachtet, die üppigen Buchen auf dem Basaltboden, die geringen Nadelhölzer auf dem Bundsandstein daneben gesehen, so contrastiren beide Höhen, und dies schon allein regt an, das Gestein und die Gesteinsverwitterung, die diese Verschiedenheit hervorgebracht, zu untersuchen.

Der Durchbruch des Basaltes ist hier, wie bei der Stoffelskuppe und Pflasterkaute, durch den Buntsandstein erfolgt.

Das Gestein. Aufgedeckt ist der Basalt durch einen unbedeutenden Steinbruch, nahe dem an dem Hundskopfe vorbei gehenden Wege. Wenn man diesen Steinbruch sieht, so denkt man jedenfalls nicht sogleich an Basalt, denn das düstere und dunkle Aussehen der Basaltwände fehlt gänzlich. Man sieht ein graugelbes Gestein und erst beim Zerschlagen der Blöcke, in welche der Basalt zerklüftet, zeigt sich die diesem Gestein eigene schwarze Farbe. Das was man zuerst sieht, ist Verwitterungsproduct desselben.

Die Farbe des frischen Gesteins ist, wie eben gesagt, schwarz bis grauschwarz; der Bruch uneben, theils muschelig. Die Bestandtheile treten dem unbewaffneten Auge nicht hervor, nur hier und da sieht man einige, manchmal bis 2 Mm. grosse, noch recht frisch aussehende Olivinkrystalle und Aggregationen dieses Minerals aus der scheinbar homogenen Gesteinsmasse hervorglänzen. Seltener gewahrt man kieselige secundäre Partieen.

Zur Untersuchung der chemischen Zusammensetzung wurden möglichst olivinfreie, gleichmässige Stücke angewandt, die

durch, wenn auch nur geringes, Aufbrausen mit Salzsäure doch bereits eine Zersetzung bekundeten.

Durch Aufschliessung von Proben des pulverisirten Basaltes mit kohlensaurem Natron und Fluorwasserstoffsäure wurde folgende Zusammensetzung als Mittel aus zwei Versuchen erhalten:

		I.	II.
Kieselsäure .	47,44	46,97	47,91
Thonerde . .	13,44	13,34	13,55
Eisenoxyd . .	12,04	12,18	11,90
Kalkerde . .	10,96	10,93	10,99
Magnesia . .	9,38	9,45	9,30
Kali	1,51		
Natron . . .	3,50		
Glühverlust .	1,33	1,34	1,31
	99,60		

An der Zusammensetzung betheiligen sich noch folgende Körper, welche der weiteren Vergleichbarkeit wegen nicht in die Gesammtanalyse aufgenommen sind:

Eisenoxydul .	2,92	(löslich in conc. Salzsäure)
Kohlensäure .	0,19	
Titansäure . .	1,96	
Phosphorsäure	0,74	
Schwefelsäure .	0,25	(löslich in Salzsäure)
dto. .	0,19	(durch Schmelzen mit Salpeter erhalten)
Chlor . . .	deutliche Spuren.	

Bemerkung. Hierbei ist, wie bei den folgenden Analysen zu bemerken, dass die Gesammtmenge der Titansäure, die an Eisen gebunden und als Titaneisen vorhanden ist, zur Kieselsäure zugerechnet wurde. Dabei wurden auch die im Ammonniederschlage vorhandenen Mengen mit berücksichtigt und die Zahlen dann corrigirt. Mangangehalt zeigte sich sehr deutlich, wurde aber nicht bestimmt, dasselbe mit dem Calciumoxalat gefällt und der Kalk dann als Aetzkalk gewogen. Die Alkalien wurden durch Aufschliessung mit Flusssäure erhalten, nach Abscheidung der Magnesia mit Ammoniumsesquicarbonat, ihre Sulfate gewogen und direct mit Platinchlorid gefällt, aus dem Platin des gelben Salzes wurde das Kali berechnet. Bei den ferner folgenden Salzsäure-Auszügen wurden die Chlor-Alkalien gewogen, nachdem die Magnesia mittelst Oxalsäure entfernt worden war.

Da nun gerade der Zweck der Arbeit dahinging, die Verwitterung des Gesteins zu studiren, so hielt ich es doch für nöthig, ausser den Bauschanalysen der einzelnen Verwitterungsproducte auch Salzsäure-Auszüge zu machen, da der Vergleich dieser zusammen mit der Gesammtanalyse ein deutliches Bild des Verwitterungsganges noch mehr geben musste, als der Vergleich der Bauschanalysen allein. Zu dem Zwecke wurde auf gleiche Verhältnisse bei der Einwirkung insofern gesehen, als die fein gepulverten Proben der einzelnen Verwitterungsproducte mit Salzsäure derselben Concentration erst drei Wochen in der Kälte stehen gelassen wurden, und dann die weitere Zersetzung nach dreistündigem Kochen auf dem Sandbade als vollendet betrachtet wurde.

Nach dem Behandeln des Basaltes auf diese Weise wurde in Salzsäure löslich gefunden:

Versuch I.

Kieselsäure	19,27
Thonerde	8,10
Eisenoxyd	10,31
Kalkerde	4,78
Magnesia	5,39
Kali	0,90
Natron	2,09
Glühverlust*) . . .	1,33
	52,17

Ein anderer Versuch zeigt deutlich, dass die Einwirkung eine stärkere gewesen und jedenfalls Augit mit angegriffen**):

Versuch II.

	100 Theile Basalt gaben	In 100 Theilen des Löslichen
Kieselsäure .	20,63	35,93
Thonerde . .	7,72	13,44
Eisenoxyd . .	10,16	17,69
Kalkerde . .	6,92	12,05
Magnesia . .	7,86	13,69
Kali	1,02	1,78
Natron . . .	1,78	3,10
Glühverlust .	1,33	2,32
	57,42	100,00

*) Der Glühverlust, in diesem Falle Wasser und Kohlensäure, ist in der Folge auch stets in den löslichen Theil aufgenommen, da derselbe ja auch den sogenannten zeolithischen Antheil angiebt.

**) Die Angreifbarkeit des Augites durch Salzsäure bei gelinder Wärme und in kurzer Zeit ist auch von Bischof und Heidepriem beobachtet. G. Bischof, Chem. u. phys. Geologie Bd. II. 2. Aufl. pag. 620.

Bei Versuch II. wurde der Rückstand, welcher unlöslich in Salzsäure war, weiter untersucht und sind so obige Zahlen aus der Differenz des Rückstandes und der Bauschanalyse des Gesteins berechnet.

Eine Analyse des löslichen Theiles des Basaltes von Stetten im Hegau, von GMELIN herrührend, entnehme ich aus LEONHARD's Basaltgebilde I. pag. 266, da sie ähnliche Resultate ergiebt.

In 100 Theilen des Löslichen sind:

Kieselsäure . . .	35,741
Thonerde	11,121
Eisenoxyd	16,015
Manganoxydul . .	1,487
Kalkerde	11,914
Strontianerde . .	0,112
Magnesia	10,434
Kali	1,204
Natron	3,264
Wasser	6,530
	97,822

Löslich waren 61,54 pCt.

Berechnungen des mineralogischen Bestandes dieses in Salzsäure löslichen Theiles sind früher mehrfach angestellt, da aber die Resultate auf vielfachen Vermuthungen beruhen, so gebe ich eine solche auf. Es ist nur so viel sicher, dass Olivin, Magneteisen und Titaneisen in Lösung gegangen, dabei aber der Feldspath und Augit mit angegriffen wurden.

Nach GIRARD's Beobachtungen des löslichen Antheils der Basalte, wurde auch eine Behandlung mit conc. Salpetersäure in der Kälte vorgenommen, und führte dieselbe nach vierzehntägiger Einwirkung zu folgendem Resultat:

In Salpetersäure löslich

Kieselsäure . . .	12,42
Thonerde	4,94
Eisenoxyd . . .	7,75
Kalkerde	1,93
Magnesia	4,88
Kali	0,61
Natron	2,46
Wasser	1,33
	36,32

Während von Salzsäure 52,17 pCt. gelöst wurden, löste Salpetersäure nur 36,32 pCt. Im Vergleich zur Löslichkeit in Salzsäure ging nur in Lösung $^2/_3$ soviel Kieselsäure, $^1/_2$ Thonerde, $^3/_4$ Eisenoxyd und $^2/_5$ der Kalkerde, $^2/_3$ des Kali; Magnesia und Natron wurde fast gerade soviel ausgezogen.

Betrachten wir nun den in Salzsäure unlöslichen Theil, wie er aus Versuch I. hervorgeht, so ergiebt sich

	Unlösl. in Salzsäure:	100 Theile des Unlöslichen:			
Kieselsäure .	28,17	59,39	31,67	31,67	
Thonerde . .	5,34	11,26	5,25	6,34	14,41
Eisenoxyd. .	1,73	3,65	1,09		
Kalkerde . .	6,18	13,03	3,72	8,07	
Magnesia . .	3,99	8,41	3,36		
Kali	0,61	1,29	0,22		
Natron . . .	1,41	2,97	0,77		
	47,43	100,00			

Der Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Basen ($RO + R^2O^3$) verhält sich wie

31,67 : 14,41 oder 2,19 : 1
mithin doch nahezu 2 : 1

Das wäre ein Verhältniss, wie es der Augit zeigt.

Hierbei ist ein Rückstand geblieben, wie er wohl dem Vorhandensein des Augites in Basalt gerecht wird, ohne gerade Augit der Zusammensetzung nach allein sein zu können, und scheint der mikroskopisch doch deutlich an seiner Zwillingsstreifung erkennbare Feldspath stark angegriffen, da sonst der Thonerdegehalt wohl höher gefunden werden musste.

Auch hier füge ich Versuch II. bei. Hier ist nach stärkerer Einwirkung der direct untersuchte Rückstand gefunden:

Kieselsäure . .	26,81
Thonerde . . .	5,72
Eisenoxyd . . .	1,88
Kalkerde. . . .	4,04
Magnesia . . .	1,52
Kali	0,49
Natron	1,72
	42,18

Der Feldspath, da er zersetzt ist, würde sich demnach als Labrador betrachten lassen. Auch passt ferner hierzu eine

Beschreibung des Labradors in mikroskopischer Beziehung, wie dieselbe G. Bischof, Chem. u. physik. Geologie Bd. II. pag. 459, giebt. Wie mein Freund Francke (siehe pag. 78) in den Feldspathen des Hundskopfes grüne Mikrolithen gesehen, so schildert dort Bischof mikroskopisch kleine, dunkelgrüne Pünktchen und Aederchen in dem Labrador von Dillenburg.

Die Verwitterung des Gesteins. Die Verwitterung zeigt dem blossen Auge zunächst ihre Wirkung dadurch, dass das feste, schwarze Basaltgestein erst eine graue, dann eine gelbe Rinde umgiebt, die dann bei weiterem Angriff der Atmosphärilien in ein gelbes Verwitterungsgestein übergeht, das leicht zerbröckelt und sich thonähnlich verhält (es klebt an der Zunge und riecht beim Anhauchen); ebenso beschaffen ist der resultirende Verwitterungsboden.

Verfolgen wir nun den Gang der Verwitterung genauer, so macht sich zunächst die Einwirkung des Sauerstoffes und Wassers geltend, wie das ja bei an Eisenverbindungen reichen Mineralien, resp. an sie führenden Gesteinen gewöhnlich der erste Einfluss ist. Hier ist es nun wohl der eisenoxydulreiche Olivin, der als grösster Einsprengling zugleich auch schon aus dem Grunde zuerst angegriffen wird. Der Olivin wird dadurch ockerig, Magnesia wird ausgelaugt, und so sind nun schon Poren in dem Gestein entstanden, die den Angriff der oxydirenden und lösenden Agentien erleichtern. Das mehr Widerstand leistende Magneteisen und Titaneisen muss ebenfalls der Verwitterung erliegen, und es entsteht nun aus dem schwarzen Gestein eine graue Verwitterungsrinde, in welcher die verwitterten Olivine als kleine, gelbe Punkte hervortreten, oder ihre Hohlräume bemerkbar sind. Diese Verwitterungsrinde wird aber nicht, wie die des Basaltes der Stoffelskuppe sehr gelockert und gewissermaassen abgestossen, sondern sie ist noch hart und schwer von der schwarzen Gesteinsmasse trennbar.

Die graue Verwitterungsrinde enthält:

	I. Probe.	II. Probe.
Kieselsäure .	54,13	56,49
Thonerde . .	13,89	17,62
Eisenoxyd . .	10,09	9,45
Kalkerde . . .	10,99	9,05
Magnesia . .	1,09	1,63
Kali	1,59	
Natron	3,15	
Glühverlust .	2,46	
	97,39	

Ausserdem wurden Spuren Manganoxyd gefunden:

Phosphorsäure	0,81	pCt.
Titansäure . .	1,40	„

Es ist somit durch die Analyse die Wegführung eines grossen Theiles der Magnesia (Zersetzung des Olivins) nachgewiesen, der Gehalt an Kieselsäure ist dadurch gestiegen. Der Wassergehalt ist höher geworden, indem sich zunächst Hydrate des Eisens gebildet.

Mit conc. Salzsäure wie der Basalt behandelt wurde aus den grauen Partieen in Lösung gebracht:

Kieselsäure .	Nicht bestimmt
Thonerde . .	8,35
Eisenoxyd. .	8,44
Kalkerde . .	4,35
Magnesia . .	2,76
Kali	0,95
Natron. . . .	1,71
Glühverlust .	2,46

Es hat sich somit für die Zersetzbarkeit durch Salzsäure noch kein erheblicher Unterschied herausgestellt, da die graue Verwitterungsrinde ja auch noch dem Basalt nahe steht.

Diese graue Verwitterungsrinde erreicht nur geringe Stärke (bis etwa 2 Mm.), dann folgt gradatim eine gelbe nach. Diese greift ganz nach Art der Lehmzapfen in einem Mergel in das Gestein ein und ist dieselbe, für das Beispiel auch passend, frei von Kalksilicat, während dort das Kalkcarbonat fehlt.

Zwischen der grauen und gelben Rinde bemerkt man noch eine etwa $^1/_4$ Mm. dicke, hellgelbliche Zwischenstufe. Neben der weiter fortschreitenden Oxydation wird die Kalkerde nun immer mehr bis endlich vollständig weggeführt, dabei die Magnesia noch weiter ausgelaugt. Als Zusammensetzung ergab sich für die gelbe Verwitterungsrinde:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	58,58	58,58	
Thonerde incl. Eisenoxyd	26,25		
Kalkerde.	3,19		
Magnesia	0,75		
Kali	1,93	1,92	1,96
Natron	3,54	2,33	2,91
Glühverlust	6,84		
	101,08		

Titansäure wurde 1,29 pCt. gefunden.

Zugenommen hat der Gehalt an Kieselsäure, auch kann man eine Zunahme des Kali und Abnahme des Natron constatiren.

Diese vollständig untersuchte gelbe Verwitterungsrinde (I.) hat nun noch über 3 pCt. Kalkerde ergeben, indem das Material noch mit der grauen Rinde verunreinigt gewesen sein wird. Bei Probe II. und III. fehlte der Kalkgehalt fast gänzlich. Somit muss man annehmen, dass nunmehr auch der Augit der Verwitterung verfallen ist, dahin führt auch die Zunahme an Kieselsäure, die bei der Zersetzung des Augites zurückbleibt.

Die gelbe Rinde gab in Salzsäure löslich:

Kieselsäure .	Nicht bestimmt
Thonerde . .	14,29
Eisenoxyd . .	9,13
Kalkerde . .	fehlt
Magnesia . .	0,68
Kali	0,72
Natron . . .	0,53
Wasser . . .	12,32

Danach hat hier die Salzsäure bedeutend mehr Thonerde und weniger Alkalien, besonders nur geringere Mengen Natron, der gelben Rinde noch entnehmen können.

Diese Verwitterung schreitet nun immer mehr in das Innere fort, sodass man Gesteinsknollen von Faust- bis Kopfgrösse vorfindet, welche nur noch einen geringen Kern von noch dunklem Basalt enthalten. Schliesslich entsteht geradezu ein gelbes, mürbe gewordenes Verwitterungsgestein, in das förmliche Kanäle eingewaschen sind, und welches leicht zerbröckelt und an der Zunge klebt. Auf der Oberfläche sind diese Stücke mit Eisenoxydhydrat, Brauneisenstein, oft 1 Mm. stark, überzogen, auch durchziehen stark braun gefärbte Partieen das Gestein.

Für das Verwitterungsgestein wurde folgende Zusammensetzung gefunden:

Kieselsäure .	48,93	dabei 1,64 pCt. Titansäure
Thonerde . .	17,61	
Eisenoxyd . .	11,14	
Kalkerde . .	fehlt	
Magnesia . .	0,52	
Kali	2,56	
Natron . . .	2,85	
Glühverlust .	14,70	
	98,31	

Auffallend ist die weitere Wasseraufnahme und das plötzliche Sinken des Kieselsäure-Gehaltes; Kieselsäure und Natron ist weggeführt.

Mit conc. Salzsäure behandelt, wurde in Lösung gefunden:

Kieselsäure .	17,47
Thonerde . .	13,31
Eisenoxyd . .	8,58
Kalkerde . .	fehlt
Magnesia . .	0,27
Kali	0,82
Natron	0,84
Wasser . . .	14,70
	55,99

Nach dem Zerbröckeln dieses Verwitterungsgesteines entsteht ein thonig aussehender, gelblicher Boden. Die Probeentnahme geschah am Rande des Steinbruches des Hundskopfes und zwar an einer in die Tiefe ziehenden Kluft, welche mit Basaltboden ausgefüllt war. Leider ist der Boden, wie der Schlämmrückstand zeigt, nicht ganz frei von Sandsteinfragmenten. Damit hängt auch wahrscheinlich ein auffälliger Gehalt an Bittersalz, und etwas Gips zusammen, wie denselben das Schlämmproduct zeigte. Es wurden nämlich hier, wie bei dem später beschriebenen Boden der Stoffelskuppe, nur die feinsten Theile untersucht, welche mit dem Schöne'schen Schlämmtrichter bei einer Fallgeschwindigkeit von 0,2 Mm. gewonnen wurden. Die gröberen Gemengtheile des Bodens bestehen eben aus dem beschriebenen Verwitterungsgestein. Die feinen Theile betragen 15 pCt. des Gesammtbodens, wenn solche Zahlen einen Durchschnitt überhaupt bei so ungleichkörnigem Boden angeben können. Zu diesen feinen Theilen waren nun die auslaugbaren Theile einer grossen Menge Bodens durch das Eindampfen derselben mit dem Schlämmwasser gekommen. Wesentlich war es, wie oben erwähnt, schwefelsaure Magnesia mit etwas Gips. Daher wird man bei Bodenuntersuchungen mit Vortheil das Schlämmwasser zu klären suchen und dasselbe soviel wie möglich entfernen müssen, da man sonst die löslichen Salze in den feinsten Theilen anhäuft. Abstrahirt man hiervon, so erhält man für die feinsten Theile des Basaltbodens des Hundskopfes folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	49,32
Thonerde	19,97
Eisenoxyd	12,82
Kalkerde	fehlt oder nur Spuren.
Magnesia	0,16
Kali	2,12
Natron	1,99
Wasser	13,60
	100,00

Phosphorsäure wurde 0,43 pCt. gefunden, also beträchtlich weniger als im Muttergestein. Dem Verwitterungsgestein gegenüber ist der Gehalt an Thonerde und Eisenoxyd gestiegen, der Natrongehalt vermindert worden.

Der Alkaligehalt sowohl, als auch der hohe Gehalt an Phosphorsäure lassen einen günstigen Boden erwarten, aber ein fernerer unentbehrlicher Nährstoff der Pflanzen fehlt, die Kalkerde, wenigstens konnten Spuren derselben bei der gewöhnlichen Menge der angewandten Substanz nicht gefunden werden, wenn auch bei grösseren Mengen Bodens solche nachgewiesen werden konnten. Darin ist auch der Grund für die geringe Pflanzendecke auf dem Hundskopfe zu suchen, und würde man leicht den Boden durch Zufuhr von kohlensaurem Kalk verbessern können.

Demnach ist das Gestein des Hundskopfes bei Salzungen ein Labrador-Basalt, dem wesentliche Mengen von Olivin eingesprengt sind, die bei der Verwitterung zunächst die Veränderungen herbeiführen und verbunden mit einer Oxydation des Magneteisens die graue Rinde bewirken, durch weitere Zersetzung des Augites und Feldspathes folgen die übrigen Verwitterungsproducte. Ausser den Atmosphärilien wirkt auch vielleicht noch Schwefelsäure mit, da solche als Magnesiumsalz im Boden auftritt und ja auch im Basalt nachgewiesen ist, obgleich weder mein Freund Francke noch ich Schwefelkies, Hauyn oder dergleichen bemerkt haben. Auch wurde eine Schwefelwasserstoff-Reaction nicht erhalten. Möglich wäre auch eine secundäre Verunreinigung des Basaltbodens in dieser Richtung durch den beigemischten Buntsandstein.

In chemischer Hinsicht nimmt bei dem Verwitterungsprocesse die Kieselsäure erst zu, indem Magnesia weggeführt wurde, dann wieder ab; die Thonerde (sonst auch als wenig beweglich betrachtet) wird angereichert, der Eisenoxydgehalt

wenig verändert (das Oxydul des Magneteisens ist oxydirt). Die Kalkerde nimmt ab, bis sie gänzlich fehlt, ebenso wird die Magnesia weiter fast ganz ausgelaugt, der Gehalt an Kali nimmt zu, der an Natron ab. Der Wassergehalt steigt bedeutend.

Bezüglich der Löslichkeit in Salzsäure ist nur etwas mehr Thonerde aus dem Verwitterungsgestein als aus dem Basalte gelöst, dagegen ist von den übrigen Bestandtheilen weniger löslich in den Verwitterungsproducten. Dass mehr Thonerde aus den Verwitterungsproducten gelöst ist, hängt mit der Bildung von Thonsubstanz zusammen, aus welcher Salzsäure beträchtliche Mengen Thonerde zu lösen vermag.

Die chemischen Resultate lasse ich tabellarisch folgen:

(Siehe pag. 79 und 80.)

Mikroskopische Beschreibung des Basaltes des Hundskopfes bei Salzungen.

Von Herrn H. Francke in Rochlitz.

Dieser Basalt enthält als ein echter Feldspathbasalt zwar verhältnissmässig wenige, aber um so besser entwickelte schmale Feldspathleisten, welche deutlich trikline Zwillingsstreifung erkennen lassen, bisweilen zonenförmig aufgebaut sind und grüne Mikrolithen enthalten.

Der Augit, am stärksten an der Zusammensetzung des Gesteins betheiligt, findet sich gewöhnlich in kleineren, oft unvollkommen ausgebildeten Kryställchen, ist aber auch in Individuen von 0,06 Mm. Länge und 0,002 Mm. Breite ausgeschieden. Er umschliesst grössere Massen von Glas und hauptsächlich Magnetit.

Der Olivin ist wegen seines häufigen Auftretens als wesentlicher Gemengtheil aufzufassen. Er tritt theils in prächtigen, vollständig entwickelten Krystallen, theils in zersprungenen, unregelmässig geformten Mineralmengen auf in wechselnden Dimensionen. Hohlräume mit parallelopipedischen Ausdehnungen oder schlauchförmiger Gestalt, eingedrungene Grundmasse mit ihren Kryställchen, Einschlüsse eines hellen, wie eines kaffeebraunen Glases, vor Allem Magnetit- und Pikotitkrystalle unterbrechen die homogene Mineralmasse. Wie sich zwischen die weiteren Spalten dieses Minerals Grundmasse eingedrängt, so konnten grössere Augitkrystalle mit Glasmasse sich in ein Olivin-Individuum hineinzwängen.

Der Basalt des Hundskopfes bei Salzungen und seine Verwitterungsproducte.

Gesammtanalyse.

Gestein.	Kieselsäure.	Thonerde.	Eisenoxyd.	Kalkerde.	Magnesia.	Kali.	Natron.	Wasser.	Summa.	Sonst:
1. Basalt.	47,44	13,44	12,04	10,96	9,38	1,51	3,50	1,33	99,60	$FeO = 2,92$ (lösl. in ClH) $CO^2 = 0,19$ $Cl =$ Spur $TiO^2 = 1,96$ $P^2O^5 = 0,74$ $SO^3 = 0,25$
2. Graue Verwitterungsrinde.	54,13 56,49	13,89 17,62	10,09 9,45	10,99 9,05	1,09 1,63	1,59	3,15	2,46	97,39	$TiO^2 = 1,40$ $P^2O^5 = 0,81$ $SO^3 = 0,22$
3. Gelbe Verwitterungsrinde.	58,59 58,58	26,25		3,19	0,75	1,93 1,92 1,96	3,54 2,33 2,91	6,84	101,08	$TiO^2 = 1,24$
4. Gelbes bröckelndes Verwitterungsgestein.	48,93	17,61	11,14		0,52	2,56	2,85	14,70	98,31	$TiO^2 = 1,64$
5. Feinste Theile des Verwitterungsbodens.	49,32	19,97	12,82		0,16	2,12	1,99	13,60	100,00	$P^2O^5 = 0,43$

Durch conc. Salzsäure zersetzter Theil des Basaltes des Hundskopfes und seiner Verwitterungsproducte.

Gestein.	Kieselsäure.	Thonerde.	Eisen-oxyd.	Kalkerde.	Magnesia.	Kali.	Natron.	Glüh-verlust.	Summa.
1. Basalt, noch frisch.	19,27	8,10	10,31	4,78	5,39	0,90	2,09	1,33	52,17
2. Graue Verwitterungsrinde.	Nicht bestimmt.	8,35	8,44	4,35	2,76	0,95	1,71	2,46	
3. Gelbe Verwitterungsrinde.	Nicht bestimmt.	14,29	9,13	—	0,68	0,72	0,53		
4. Gelbes, bröckelndes Verwitterungsgestein.	17,47	13,31	8,58	—	0,27	0,82	0,84	14,70	55,99

Durch conc. Salzsäure unzersetzter Theil.

1. Basalt.	28,17	5,34	1,75	6,18	3,99	0,61	1,41		47,43
4. Verwitterungsgestein.	31,46	4,30	2,56	—	0,25	1,74	2,01		42,32

Magnetit betheiligt sich in schönen Kryställchen stark an der Zusammensetzung der Grundmasse, während Apatit weniger häufig beobachtet worden ist.

Zwischen dem dichten Gewirre dieser verschiedenen krystallinischen Individuen lässt sich nicht selten eine helle Basis erkennen ohne Devitrificationsproducte.

Dieses helle Glas findet sich jedoch häufiger und oft in Verbindung mit einem kaffeebraunen Glase im Innern von Augitkrystallconcretionen (Möhl's Augitaugen). Diese Gläser füllen die Höhlungen oft für sich allein, oft auch vereinigt aus und aus beiden haben sich dünne, schmale, grünliche Augitmikrolithen abgesetzt. Entglasungen sind auch hier selten; an einigen Stellen zeigen sich rechtwinklig verästelte Schnüre schwarzbrauner Kügelchen, welche sich auch auf der Oberfläche der in das Glas hineinragenden Augite befinden.

Während das Innere des Gesteins frei von Verwitterungserscheinungen ist, ist durch atmosphärischen Einfluss die Oberfläche stark verwittert. Der Olivin hat sich in eine weit verbreitete gelbbraune Serpentinmasse umgewandelt. Das Magneteisen ist in Eisenoxydhydrat übergegangen. Die Augite sind alterirt und zeigen Aggregatpolarisation, weniger sind die Feldspäthe von der Verwitterung zersetzt, höchstens auf den Spalten, wo sich Serpentin und Eisenoxydhydrat secundär abgesetzt haben. Unverändert ist der Pikotit geblieben.

Im Basalt eingeschlossen und gefrittet ist ein mergeliger Sandstein. Noch ziemlich gut erhaltene, wenig verwitterte Feldspäthe, Magneteisenquadrate und Quarzkörner nebst kleinen Partieen von Calcit liegen in einem Cämente, welcher aus Quarz und den sonst schon beschriebenen, das Licht polarisirenden, gelblich weissen Körnchen unbekannter Natur besteht.

Der Basalt der Stoffelskuppe bei Marksuhl, nahe Eisenach.

Der Basalt der Stoffelskuppe ist schon mehrfach Gegenstand der Gesteinsuntersuchung gewesen. Mein früherer Lehrer Herr Hofrath Senft in Eisenach hat in seiner „Geognostischen Beschreibung der Umgegend von Eisenach“ 1858 pag. 36 die Stoffels- oder Stopfelskuppe beschrieben. Ebenso existiren des Weiteren von demselben Notizen über diesen Basaltdurchbruch in einer Abhandlung über „Das nordwestliche Ende des Thüringer Waldes“, Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. X. Wie

schon oben erwähnt, sind ältere Angaben von Vogt und Sartorius vorhanden.

Die Stoffelskuppe bildet eine schwache, glockenförmige Erhebung, welche früher eine Basaltklippe auf der Höhe trug. Der Basalt durchbricht hier wie bei Salzungen den Buntsandstein und hat interessante Contactwirkungen hervorgebracht, indem der letztere entweder ungemein hart (Porzellanjaspis) oder sehr mürbe geworden ist. Zugleich ist derselbe in der Nähe des Basaltes in Prismen abgesondert. Die im Basalt eingeschlossenen Sandsteinstücke brausen stark mit Salzsäure, während die Jaspis-artigen jedenfalls durch Kalksilicat-Bildung nicht mehr Kohlensäure enthalten.

Das Gestein. Der Basalt der Stoffelskuppe hat eine schwarze Farbe und ist ungemein hart. Sartorius *) schildert ihn als den härtesten Basalt der Umgegend. Er findet sich in Knollen und Platten abgesondert, früher waren auch Säulen von Dolerit vorhanden. An Mineraleinsprenglingen erwähnt Senft ausser grösseren Sandsteinfragmenten Olivin, seltener Augitkrystalle, Kalkmesotyp und Ueberzüge von titanhaltigem Magneteisen. Sartorius giebt kubikzollgrosse Quarzstücke im Eisenacher Basalt an, auch Chalcedon und honiggelben Flussspath. Er spricht von Sandstein mit Basalttinctur durchzogen und von basaltigem Hornstein.

Ueber dem Basalt liegen Basalttuffe mit zahlreichen Strahlzeolithen.

In den Klüften findet sich Bergseife und weisser Piotin, von welchem Senft mit Recht angiebt, dass er als ein Umwandlungsproduct von Mesotypen auftritt, da solche häufig zur Hälfte aus Seifenstein bestehen. Mir ist dabei die scharfe, geradlinige Grenze der beiden Minerale aufgefallen. In dem Zeolithmehl der Klüfte findet sich auch häufig Bolus.

Der Olivin und Seifenstein wurden von mir analysirt und gefunden:

Olivin.		nach Gmelin.	Seifenstein (Piotin).	I.	II.
Kieselsäure	40,82	40,5	Kieselsäure	47,51	46,13
Magnesia	51,24	50,6	Thonerde	9,20	10,95
Eisenoxydul	8,74	8,9	Eisenoxyd	0,53	
	100,80		Magnesia	30,11	29,69
			Kalkerde	Spur	1,09
			Glühverlust	12,71	
				100,06	

*) Sartorius u. Görwitz, Die Basalte der Umgegend von Eisenach 1802.

Der Olivin möchte demnach übereinstimmen mit dem in Rammelsberg's Mineralchemie pag. 437 angeführten Analysen von Stromeyer. Auf die Verunreinigungen durch geringe Mengen Manganoxydul und Nickeloxyd wurde nicht weiter geprüft, Thonerde war nicht vorhanden.

Die Analyse des Seifensteins weicht von den ebendaselbst aufgeführten in mancher Beziehung ab.

Die Zusammensetzung des Basaltes wurde gefunden durch Addition des analysirten löslichen und unlöslichen Bestandtheiles:

Kieselsäure . . .	42,21
Thonerde	11,52
Eisenoxyd . . .	13,25
Kalkerde	10,13
Magnesia	15,85
Kali	1,36
Natron	3,83
Glühverlust . . .	2,13
	100,28

Ferner sind folgende Resultate gefunden, aber der weiteren Vergleichbarkeit nicht in die Zusammensetzung verrechnet worden:

Eisenoxydul	5,93 pCt.
Titansäure	0,91 „
Phosphorsäure . .	0,57 „
Manganoxydul. . .	sehr deutliche Mengen.

In der Zusammensetzung fällt besonders ein Reichthum an Eisenoxyd und Magnesia auf.

Durch die Einwirkung von conc. Salzsäure wurde in Lösung erhalten:

Kieselsäure . . .	28,12
Thonerde	8,78
Eisenoxyd . . .	11,80
Kalkerde	7,43
Magnesia	14,61
Kali	0,90
Natron	2,16
Glühverlust . . .	2,13
	75,93

Danach wurde für den unlöslichen Rückstand gefunden:

		In 100 Theilen des Rückstandes.
Kieselsäure . . .	14,09	57,87
Thonerde	2,74	11,25
Eisenoxyd . . .	1,45	5,95
Kalkerde	2,70	11,09
Magnesia	1,24	5,09
Kali	0,46	1,89
Natron	1,67	6,86
	24,35	100,00

Nach vierzehntägiger Einwirkung von kalter Salpetersäure wurde in Lösung gefunden:

Kieselsäure . . .	16,55
Thonerde	6,88
Eisenoxyd . . .	6,41
Kalkerde	2,05
Magnesia	3,42
Kali	0,88
Natron	3,04
Glühverlust . . .	2,13
	41,36

Nach Girard wird durch kalte Salpetersäure der Zeolith vollkommen zersetzt, der Olivin theilweise, durch Salzsäure beide genannte Minerale, Magneteisen, auch Labrador, der Augit weniger angegriffen. Die hier in salpetersaurer Lösung gefundenen Alkalien würden somit auf den Zeolith besonders hindeuten; auch geht daraus wohl hervor, dass der Natrongehalt des in Salzsäure gelösten Theiles zu niedrig gefunden, wie ja auch derselbe des unlöslichen Rückstandes dann wohl zu hoch sein mag. Immerhin geht noch ein Feldspath aus den Analysen hervor. Im Uebrigen kommt der unlösliche Theil dem bei der Einwirkung von Salzsäure auf das Gestein der Hundskuppe erhaltenen sehr nahe. Leucit nach der chemischen Analyse anzunehmen, ist man nicht berechtigt.

Die Verwitterung des Gesteins. Beim Angriff der Atmosphärilien tritt zunächst die Zersetzung des Olivins ein. Durch Sauerstoffaufnahme wird er ockerig, in Folge dessen mürbe und erleichtert dadurch die weitere Veränderung des Basaltes. Derselbe erhält nächstdem eine dünne, lederbraune Rinde, die ihrer Dünnheit wegen sich zu einer Untersuchung

aber nicht eignete. Im weiteren Verlaufe wird das Gestein leicht bröckelnd, die schwarze Farbe wird mehr und mehr graugrün und auf dem Wacke-ähnlichen Product tritt eine weissliche, etwa 1 Mm. starke Auswitterungskruste auf. Der durch Kohlensäure-haltiges Wasser offenbar bewegte Kalk wird hier also gleich wieder an der Oberfläche abgesetzt. Der Zusammenhalt dieser Rinde mit dem Gestein ist daher auch nur ein geringer. Die kalkige Kruste fällt leicht ab, und die Verwitterung vermag von Neuem die blosse Oberfläche wieder anzugreifen. Auffallend ist, dass das unter der weissen Rinde befindliche Gestein nur wenig mit Säure braust. Die Verwitterung dieses Basaltes ist demnach nicht continuirlich, sondern in gewissem Grade eine periodische, sie wird verlangsamt, so lange die weisse Kruste den Zutritt erschwert.

Die chemische Untersuchung des Wacke-ähnlichen verwitterten Basaltes, unter der kalkigen Verwitterungskruste entnommen, gab, mit conc. Salzsäure behandelt, wie bei den übrigen Analysen verfahren, folgende Resultate:

Löslich in	Salzsäure:		Unlöslich:
Kieselsäure . .		42,69	
Thonerde . . .	7,31		2,04
Eisenoxyd . .	11,02	(dabei $P^2O^5 = 0,30\,\%$)	1,14
Kalkerde . . .	7,51		1,50
Magnesia . . .	15,27		1,15
Kali	1,30		0,81
Natron	0,63		0,88
Wasser	5,66		
Kohlensäure .	0,42		

Daraus geht als Zusammensetzung des Wacke-ähnlichen Gesteins hervor:

Kieselsäure . . .	42,69
Thonerde	9,35
Eisenoxyd. . . .	12,16
Kalkerde	9,01
Magnesia	16,42
Kali	2,11
Natron	1,51
Kohlensäure . .	0,42
Wasser	5,66
	99,33

Gegenüber der Zusammensetzung des unverwitterten Basaltes sind die Veränderungen nicht so rasch aufeinanderfolgend, als bei dem Gestein des Hundskopfes. Kieselsäure und Kali sind in grösserer Menge gefunden, als im Gestein, dagegen sind Thonerde, Eisenoxyd, Kalkerde und Natron weggeführt. Dass ein halbes Procent mehr gefunden wurde, mag daher rühren, dass das verbrauchte Material verhältnissmässig mehr Olivin besass. Die Differenzen bezüglich der Löslichkeit in Salzsäure erklären sich aus denen der Gesammtanalysen.

Die weisse, etwa 1 — 2 Mm. stark werdende Verwitterungskruste bedeckt die Oberfläche des verwitterten Gesteins, tritt aber auch in den Spalten desselben auf.

Die chemische Untersuchung gab:

Kieselsäure . . .	15,11	
Thonerde	6,07	
Eisenoxyd . . .	3,35	
Kalkerde	36,38	
Magnesia	0,90	
Kali	1,43	
Natron	1,02	
Kohlensäure . .	30,30	35,75
Wasser	5,45	
	100,01	

Danach würde dieselbe enthalten 66,70 pCt. kohlensauren Kalk und 1,85 pCt. kohlensaure Magnesia. Der Rest ähnelt wohl dem verwitterten Wacke-ähnlichen Gestein, ist aber viel reicher an Alkalien.

Es zeigte sich aber bei weiteren Versuchen, dass vorstehende Zusammensetzung nicht als constant zu betrachten ist, sondern die weissen Krusten besser als Auswitterungsrinden zu bezeichnen sind. Sie entstehen, indem aus dem Gestein ausgelaugte Bicarbonate der Kalkerde und Magnesia nach Verlust von Kohlensäure zwischen gelockerten Partieen weiter zersetzter Wacke wieder ausgeschieden sind, daher folgende Schwankungen: Eine andere Kruste enthielt nur 46,80 pCt. kohlensauren Kalk, während eine weitere Probe 82,41 pCt. kohlensauren Kalk und 2,92 pCt. kohlensaure Magnesia gab. Die Auswitterungsrinden lösen sich nicht ganz in Salzsäure, es bleibt immer ein Alkali-reicher Rückstand, der durch weitere Zersetzungsproducte der Wacke entstanden sein wird.

Der Verwitterungsboden der Stoffelskuppe war weniger günstig zu entnehmen. Es musste eine Waldoberkrume dazu verwandt werden. Der Boden besteht wieder aus grösseren und kleineren Brocken des verwitterten Gesteins und aus verhältnissmässig wenig Feinerde, Diese wurde nun wieder durch Schlämmen im SCHÖNE'schen Trichter bei 0,2 Mm. Fallgeschwindigkeit getrennt und analysirt.

In 100 Theilen waren enthalten:

Kieselsäure . . .	46,16
Thonerde	10,63
Eisenoxyd . . .	9,85
Kalkerde	4,97
Magnesia	13,60
Kali	1,69
Natron	1,70
Kohlensäure . .	0,35
Wasser	12,40
	101,35

Im Basaltboden der Stoffelskuppe ist somit ein ziemlich hoher Gehalt an Alkalien vorhanden und zwar ist mehr Kali und weniger Natron gefunden, als im Basalt. Am Auffallensten ist die Kalkerde ausgelaugt, die Kieselsäure ist bei der Verwitterung der Silicate zurückgeblieben, daher ihre Menge angehäuft. Der Wassergehalt ist bedeutend gestiegen.

Zur Uebersicht lasse ich die chemischen Resultate tabellarisch folgen:

(Siehe umstehend.)

Mikroskopische Beschreibung des Basaltes der Stoffelskuppe bei Eisenach.

Von Herrn H. FRANCKE in Rochlitz.

Im Dünnschliffe erweist sich der Olivin als ein wesentlicher Gemengtheil, dessen Individuen meist grösser sind als die Augite, oft in regelmässigen Krystallumrissen vorkommen, bisweilen aber aus so kleinen rundlichen Körnern mit Hilfe verkittender Grundmasse zu wohlgeformten Krystallen sich aufbauen. Grössere Individuen sind zersprungen, aber durch Glas mit Augitmikrolithen wieder verbunden. Wurmförmige Hohlräume und vor Allem Pikotit, welche nicht selten 0,025 Qu.-Mm. Oberfläche haben, wie auch Grundmasse finden

Der Basalt der Stoffelskuppe bei Eisenach und seine Verwitterungsproducte.

Gesammtanalyse.

Gestein.	Kieselsäure.	Thonerde.	Eisenoxyd.	Kalkerde.	Magnesia.	Kali.	Natron.	Glühverlust.	Summa.	Sonst:
1. Basalt.	42,21	11,52	13,25	10,13	15,85	1,36	3,83	2,13	100,28	FeO = 5,93 TiO^2 = 0,91 P^2O^5 = 0,57 MnO = Spur
2. Derselbe, Wacke-artig verwittert.	42,69	9,35	12,16	9,01	16,42	2,11	1,51	CO^2 = 0,42 Wasser = 5,66	99,33	P^2O^5 = 0,30
3. Basaltboden. Feinste Theile.	46,16	10,63	9,85	4,97	13,60	1,69	1,70	CO^2 = 0,35 Wasser = 12,40	101,35	
Verhalten zu Salzsäure: A = Zersetzt. B = Unzersetzt.										
1. Basalt A =	28,12	8,78	11,90	7,43	14,61	0,90	2,16	2,13	75,93	
1. Basalt B =	14,09	2,74	1,45	2,70	1,24	0,46	1,63		24,35	
2. Verwittert A =		7,31	11,02	7,51	15,27	1,30	0,63	6,08		
2. Verwittert B =		2,04	1,14	1,50	1,15	0,81	0,88			
Zersetzt durch Salpetersäure in der Kälte.										
1. Basalt.	16,55	6,88	6,41	2,05	3,42	0,88	3,04	2.13	41,36	

sich im Innern dieses Minerals. Auf den Spalten verwandelt er sich in Chrysotil um, dessen Fasern senkrecht auf den Spalten stehen.

Der Augit bildet kleine, hellbräunliche, wasserhelle Krystalle neben grösseren Individuen von 0,15 Mm. Länge und 0,05 Mm. Breite, welche bisweilen zerbrochen sind. Neben der Neigung zu zonenförmigem Aufbaue giebt es Krystalle, welche aus 4 Individuen nach $\infty P \overline{\infty}$ verwachsen sind. Einschlüsse von Magnetit sind darin zu sehen. Um Olivinkörner bildet er einen augenähnlichen Kranz, ähnlich wie im Basalt des Hundskopfes um Glastropfen.

Magnetit ist in grosser Menge vorhanden.

Eine bläulichweisse isotrope Basis hat sich bisweilen zwischen die Krystalle eingeklemmt.

Die Abwesenheit des von Zirkel beobachteten Leucites erklärt sich wohl auf die Weise, dass sämmtliche Schliffe zufälligerweise nur Contacterscheinungen mit Splittern fremden Gesteins, also den echten unveränderten Leucitbasalt nicht zeigen. Um ein Conglomerat von Quarzkörnern und etwas Feldspath legt sich eine Zone, bestehend aus hellgrünen Augitmikrolithen, wasserhellen klinoklastischen und orthoklastischen Feldspäthen, Quarz und Biotit, oft mit deutlicher Entwickelung der Individuen, um welche Zone herum die Basaltmasse besonders viel Magnetit ausgeschieden hat. Die Verbindung dieser in Basalten sonst nicht häufigen Mineralien mit dem Einschlusse fremden Gesteins lässt schliessen, dass diese Mineralien durch Contactwirkungen entstanden sind und somit durch ihre Bildung verändernd auf das feste fertige, als auch besonders auf das noch im Werden begriffene Gestein eingewirkt haben. Bei der ungemeinen Häufigkeit der Einschlüsse fremden Gesteins darf eine weite Verbreitung dieses Mineralgemenges nicht auffällig erscheinen.

Diese Einschlüsse fremden Gesteins sind aber verschiedener Natur: theils Sandstein, theils Mergel.*)

Die jaspisartigen, fast homogen aussehenden, verglasten Sandsteine zeigen zwischen den Quarzkörnern reichlich eingedrungene Glasmasse von wasserheller Farbe. Die rundlichen Quarze enthalten Flüssigkeits- und Einschlüsse eines bräunlichen Glases. Das secundäre Cäment umschliesst noch sehr zahlreiche grünliche, vermuthlich rhombische Kryställchen, welche stets einen viereckigen Querschnitt zeigen. Sie finden sich einzeln in das Glas eingelagert, oft prächtig rosettenartig

---

*) Diese Einschlüsse sind jedenfalls dieselben wie die gröberen im Basalt eingeschlossenen Stücke (siehe pag. 82). Das, was Francke Mergel nennt, ist jener kalkhaltige, mürbe Sandstein.

gruppirt und schuppenartig übereinander gelagert. Als Reste? des früheren Cämentes sind vielleicht kleine schwarze und braune Körnchen anzusehen, welche wolkenartig vereinigt vorkommen.

Der gebrannte Mergel charakterisirt sich als solcher durch das wohlerhaltene, grünliche, eisenschüssige Cäment, in welchem rundliche Quarze und ziemlich viel Feldspäthe eingebettet sind. Durch Kochen mit Salzsäure verlor dasselbe seine grüne Farbe; seine mineralische Natur liess sich nicht näher bestimmen. Neben verhältnissmässig seltenem Calcit treten ausser rundlichen Quarzen ziemlich frische Orthoklase und Plagioklase auf, von denen einer sogar nach dem Periklin - Albit-Gesetze verzwillingt war.

Resultate und Unterschiede in der Verwitterung des Basaltes des Hundskopfes bei Salzungen und der Stoffelskuppe bei Eisenach.

Wiederhole ich hier kurz die gewonnenen Resultate, so tritt bei dem Gestein des Hundskopfes eine wesentliche rasche, theilweise Auslaugung des Olivins ein, der das Gestein zum Unterschied zu dem der Stoffelskuppe nur in kleineren, aber desto zahlreicheren Partieen durchzieht. Dabei wird zugleich das Magneteisen verändert (Graue Verwitterungsrinde). Dann folgt nach und nach die starke Zersetzung des Augits und auch des Feldspaths. Die Kalkerde wird schliesslich ganz weggeführt. Durch Bildung von Eisenoxydhydrat entsteht eine gelbliche Färbung (Gelbe Rinde). Dann wird die bei der Zersetzung der Silicate ausgeschiedene Kieselsäure entfernt und die Thonerde durch Kaolinisirung angehäuft. Von Interesse ist noch die starke Abnahme der Phosphorsäure. Bei der Zersetzung durch Salzsäure bleibt ein in der Zusammensetzung dem Augit ähnelnder Rückstand mit einem Sauerstoffverhältniss von nahe 2 : 1, dabei sind aber noch Alkalien. Diese, besonders Natron, kann nach Senft*) der Augit, wenn er mit Feldspath vergesellschaftet ist, aufnehmen. Der Feldspath ist durch die Salzsäure als zersetzt zu betrachten und würde Labrador sein können.

Das Verhältniss des löslichen Theiles zum unlöslichen ist:

$5 : 4^1/_2$ bei dem Basalt des Hundskopfes,
$3 : 1$ bei dem der Stoffelskuppe.

---

*) Senft, Steinschutt und Erdboden pag. 92.

Aehnliches fand E. E. Schmid*) bei den Röhnbasalten:

Kreuzberg	4:1
Pferdekopf	2:1
Steinernes Haus . .	3:2
Beier	5:4
Ellenbogen	5:4

Während bei dem Gestein des Hundskopfes die Verwitterung gradatim von aussen in das Innere fortschreitet, findet bei dem der Stoffelskuppe eine Auflockerung des ganzen Basaltstückes statt, meist mit der Verwitterung des Olivins zusammenhängend, dessen Magnesia aber nicht, wie bei dem Gestein des Hundskopfes, fortgeführt, sondern zur Neubildung von Mineralien verbraucht wird. Dieser Mineralgemengtheil wird hier aber nicht wie dort zunächst seiner Magnesia beraubt, sondern er ist serpentinisirt und ist überhaupt die Wacke-ähnliche Gesteinsmasse durch Neubildung von Mineralien (Grünerde und Chlorit) charakterisirt. Die Verwitterung bildet nun weiter kalkige Auswitterungskrusten, die dann abfallen und den Atmosphärilien wieder einen stärkeren Angriff ermöglichen. Was hier mit dem Kalk geschieht, geht bei dem Basalt des Hundskopfes mit dem Eisenoxydhydrat vor sich, indem sich dort dasselbe als Brauneisenstein, oft in einige Millimeter starken Ueberzügen, auf den Kluftflächeu ausgeschieden findet. Bei beiden Gesteinen wurde Natron weggeführt, dagegen der Kaligehalt erst erhöht, dann vermindert, doch nicht so weit, dass das Verwitterungsproduct daran ärmer wäre, als das Ursprungsgestein.

Der schliesslich entstehende Boden ist beim Gestein der Stoffelskuppe kalkhaltig und reich an Magnesia, während der Basalt des Hundskopfes einen fast kalkfreien Eisenthon bildet, der aber kalireicher als der Boden der ersteren ist. Jener kalkhaltige, mehr magere Boden ist fruchtbar, der im ausgetrockneten Zustande bröckelnde, äusserst kalkarme Boden für die Vegetation ungünstig. Es wirken hier in physikalischer und chemischer Hinsicht nachtheilige Eigenschaften zusammen. Auch die helle Farbe und der höhere Eisengehalt bedingen einen geringeren Bodenwerth, als ihn der dunkle Verwitterungsboden der Stoffelskuppe zeigt. Kalkzufuhr würde daher ohne Beschattung den Boden des Hundskopfes allein noch nicht wesentlich dem der Stoffelskuppe im Werthe näher bringen.

---

*) E. E. Schmid, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1853. pag. 232.

Vergleich der hier gewonnenen Resultate mit den in der Literatur vorliegenden Untersuchungen gleicher Tendenz.

Gustav Bischof. Basalt-Zersetzung. Chem. u. phys. Geologie, II. Aufl. III. Bd. pag 424—444.

Bischof beschreibt daselbst eine dem Gestein des Hundskopfes in ihrer Verwitterung ähnelnde Basaltsäule vom Minderberg bei Linz, welche drei Veränderungen zeigt.

1. Eine scharf begrenzte, licht aschgraue, feinkörnige Rinde mit ockerbraunen Partieen auf der äusseren Fläche.

2. Eine Zone von bräunlicher Farbe, in welcher die Olivine hyacynthroth geworden.*)

3. Eine wenig scharf begrenzte, dunkle, wie feuchter Basalt aussehende Zone. Die einzelnen Zonen zeigen noch einen festen Zusammenhang, wie bei dem Gestein des Hundskopfes. Auch hier ist die aschgraue Farbe durch Wegführung des Eisens entstanden, die bräunliche durch hohe Oxydation desselben. Durch die ausgeschiedene Kieselsäure ist die nächste Verwitterungszone (2) härter als der Basalt. Bei dem Gestein des Hundskopfes ist dies nicht der Fall. Keine Rinde braust mit Säure, wie bei dem hier untersuchten Gesteine.

Im Uebrigen findet in vorhergehender Untersuchung diese Art der Verwitterung eine weitere Bestätigung durch die Analyse.

pag. 441. Ebenda.

Bischof führt daselbst von ihm ausgeführte Analysen von frischen und zersetzten Basalten auf und kommt zu den folgenden Resultaten, wobei die Alkalien nur nicht berücksichtigt sind. Die Gesteine sind von Obercassel.

Durch die Verwitterung wurde fast alle Kalkerde und der grösste Theil des Eisenoxyduls als Carbonat fortgeführt, der kleinere Theil des letzteren blieb als Eisenoxydhydrat oder Eisenoxydsilicat zurück. Die

---

*) Auch Möhl, Basalte und Phonolithe Sachsens pag. 97 t. 1., beschreibt solche Olivine.

Kieselsäure nahm relativ zu, die Alkalien scheinen weggeführt. Als Rückstand bleibt ein eisenhaltiger Thon.

Diese Verwitterung weicht in manchen von der hier untersuchten ab, besonders bezüglich der Entfernung des Eisenoxyduls.

Pagels. De basaltae in argillam Transmutatione.

Der Basalt vom Bärenstein bei Annaberg und die aus ihm entstandene Wacke differiren besonders darin, dass in der Wacke der Gehalt an Thonerde fast auf das Doppelte gestiegen, Kalkerde und Magnesia, sowie auch die Alkalien sind z. Th. ausgelaugt, und der Wassergehalt bedeutend vermehrt, daher schliesst er, dass ein anderes Thonen ähnliches, wasserhaltiges Thonerdesilicat entstanden sei.

Betrachtet man beim Boden des Hundskopfes die Zusammensetzung der feinsten Theile, so würde man, wenn man die Sesquioxyde als vicarirend auffasst, zu ähnlichem Resultate kommen. Freilich hätte man einen Kaolin von höherem als gewöhnlichem Alkaligehalt, während die übrigen Zahlen sehr guten Verglich gäben.

C. Bichof. Der Basalt vom Rückertsberg bei Obercassel. Journal für pract. Chem. 93. 1864. p. 276.

In dieser Arbeit sind die Mengen der Alkalien bei der Verwitterung beobachtet und dazu verwandt:

I. das frische Gestein (braust mit Salzsäure beim Erwärmen),
II. durchlöchertes, gelbgraues, verwittertes Gestein (braust nur wenig),
III. die Verwitterungserde (braust gar nicht).

I bildet mit Salzsäure Gallerte, die anderen nicht.

Durch die Gesammtanalyse wurde an Alkalien erhalten:

	Kali	Natron
I	0,43	2,51
II	0,42	1,80
III	0,35	1,59

Es ist somit der Kaligehalt ein äusserst niedriger. Nur E. E. Schmid fand noch im Basalt des Beiers eine so geringe Menge Kali, 0,41 pCt. Zeitschr. d. d. geol. Ges 1853-. p. 231.

Bischof kommt nun zu folgenden Resultaten:

1. Die Menge der in Salzsäure löslichen Bestandtheile ist bedeutend grösser im Basalt als in den Verwitterungsproducten.

Darin stimmt der Basalt der Stoffelskuppe wohl überein und berücksichtigt man, dass das Verwitterungsgestein des Hundskopfes einen Glühverlust von 14.70 pCt. besitzt, so ist auch ähnliches Verhalten vorliegend.

2. Im Salzsäure - Auszug des Basaltes sind beträchtlich mehr Alkalien als in der Erde, das durchlöcherte Gestein steht in der Mitte, dagegen kehrt sich im unlöslichen Bestandtheile das Verhältniss um, doch nicht so vortretend.

Vergleiche ich damit meine Resultate, so wurde gefunden:

	Alkalien	
	des Hundskopfes	der Stoffelskuppe
Im löslichen Theil des frischen Gesteins (I)	2,99	3,06
Im löslichen Theil des verwitterten Gesteins (II) . .	1,56	1,93
Im Rückstand I	2,02	2,09
Im Rückstand II	3,75	1,69

Bezüglich des Rückstandes weicht demnach das Gestein der Stoffelskuppe ab.

3. Die Menge des Kali im löslichen Theile des Basaltes ist 3 bis 4 Mal grösser als in der Erde.

Die Kalimenge des Unlöslichen nimmt zu mit der Verwitterung.

4. Der Natrongehalt verhält sich gerade so.

	Hundskopf.		Stoffelskuppe.	
	Natron	Kali	Natron	Kali
Löslicher Theil I . .	0,90	2,09	0,90	2,16
Löslicher Theil II . .	0,82	0,84	1,30	0,63
Unlöslicher Theil I. .	0,61	1,41	0,46	1,63
Unlöslicher Theil II .	1,74	2,01	0,81	0,88

Mithin ist nur Uebereinstimmung betreffend der Zunahme des Kali im Rückstande. Im Uebrigen verhält sich das Gestein des Hundskopfes ähnlich, das der Stoffelskuppe weicht ab.

5. Der Kaligehalt ist im löslichen Theile im Verhältniss zum Natron vorwiegend in der Erde. Im unlöslichen Theile scheint das Verhältniss constanter.

6. Beim Natrongehalt findet das Umgekehrte statt.

7. Der Basalt als Ganzes zeigt eine Abnahme der Alkalien mit der Verwitterung.

In letzteren Punkten treten mehrfache Abweichungen auf. Es ist dies durchaus nicht auffallend, denn vor Allem ist es nöthig, daran zu denken, dass die Basalte so verschieden entwickelte Gesteinsvarietäten bilden können, ja dass in einem Basaltdurchbruche häufig verschiedene Gesteine getroffen werden. Die Löslichkeit in Salzsäure wird abhängig sein, ausser von der Ausführung des Versuches, d. h. wie lange sie einwirkt und wie concentrirt, von der Natur des Gesteins, ein Feldspathbasalt muss sich anders verhalten als ein Nephelin- oder Leucitbasalt. Dieses Verhalten zu zeigen, war der Grund, weshalb die Salzsäure - Auszüge auch ausgeführt wurden. (Im Uebrigen vergleiche auch die Untersuchungen von Ebelmen; Roth, Gesteinsanalysen pag. 49, die ebenfalls andere Resultate wieder geben.) Jedenfalls ist aber durch vorliegende Arbeit gezeigt, wie das Studium einer Gesteinsverwitterung niemals durch die einzelne Untersuchung zum Ziele führt und ist damit die Schwierigkeit verbunden, Resultate bezüglich der Verwitterung und Bodenbildung der Gesteine verallgemeinern zu können.

Anhang.

Von dem geringen und schon stark verwitterten Materiale des Basaltes der Pflasterkaute wurden von meinem Freunde auch einige Schliffe untersucht; die Beobachtungen finden an dieser Stelle noch eine willkommene Aufnahme, da sie das allgemeinere Auftreten der von Zirkel im Anhang an die Basaltgesteine daselbst aufgeführten eigenthümlichen Gesteine der Blauen Kuppe bei Eschwege, von Naurod bei Wiesbaden und von Pleschen bei Eisenach vermuthen lassen. Sehr wahrscheinlich gehört hierher auch z. Th. das Gestein der Stoffelskuppe.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: 30

Autor(en)/Author(s): Laufer Ernst

Artikel/Article: Beiträge zur Basalt-Verwitterung. 67-95